

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07189659 A

(43) Date of publication of application: 28.07.95

(51) Int. Cl

F01N 3/08  
F02D 41/02

(21) Application number: 05334325

(22) Date of filing: 28.12.93

(71) Applicant: TOYOTA MOTOR CORP

(72) Inventor:  
KABANO KAZUYUKI  
HARADA ATSUSHI  
SHIBAGAKI NOBUYUKI

(54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF  
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

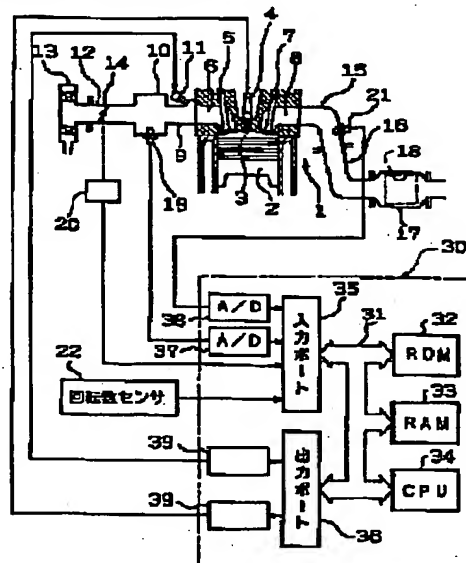
(57) Abstract

PURPOSE: To allow discharge of NOx to the atmosphere by temporarily switching an air-fuel ratio of exhaust gas to a theoretical air-fuel ratio or a rich condition, when an estimated quantity of NOx adsorbed in NOx adsorbent arranged inside an exhaust passage becomes larger than an allowable quantity.

CONSTITUTION: A casing 17 having NOx adsorbent 18 contained is connected on the way of an exhaust pipe 16 connected to an exhaust port 8, and the adsorbent 18 is forced to perform absorbing/discharging action for NOx in such a way as absorbing NOx contained in the exhaust gas when the air-fuel ratio of fed-in exhaust gas is lean, and discharging NOx when the oxygen concentration in the fed-in exhaust gas is decreased. In this case, the NOx quantity adsorbed in the NOx adsorbent 18 is estimated, and the operation is controlled in such a way that the air-fuel ratio of the fed-in exhaust gas is temporarily switched from a lean condition to a theoretical air-fuel ratio or a rich condition when the estimated NOx quantity increases beyond an allowable quantity, and then the allowable

value is set smaller as the estimated NOx adsorbed volume is decreased in a control unit 30.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-189659

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) IntCl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/08	A			
	B			
F 0 2 D 41/02	3 3 0	H		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平5-334325

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 蒲野 和幸

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 原田 淳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 柴垣 信之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

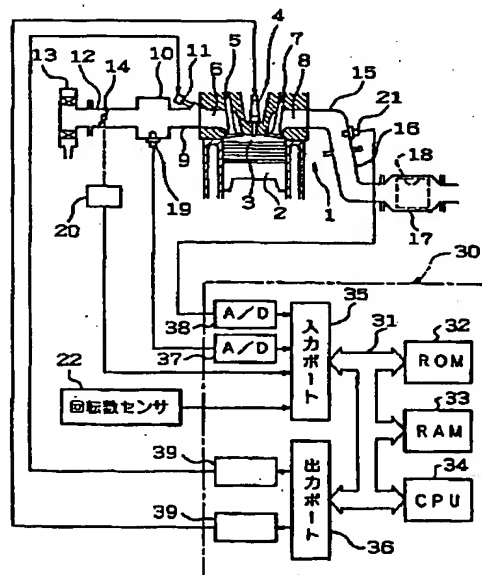
(74) 代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【目的】 NO<sub>x</sub> 吸収剤の NO<sub>x</sub> 吸収能力が低下しても NO<sub>x</sub> 吸収剤が飽和する前に NO<sub>x</sub> 吸収剤から NO<sub>x</sub> を放出させる。

【構成】 流入する排気ガスの空燃比がリーンのときには NO<sub>x</sub> を吸収し、流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチのときには吸収した NO<sub>x</sub> を放出する NO<sub>x</sub> 吸収剤 18 を機関排気通路内に配置する。NO<sub>x</sub> 吸収剤に吸収された NO<sub>x</sub> 量を推定し、推定された NO<sub>x</sub> 量が許容量を越えたときに混合気を一時的にリッチにする。NO<sub>x</sub> 吸収剤の NO<sub>x</sub> 吸収能力を推定し、推定した NO<sub>x</sub> 吸収能力が低下するほど許容量を小さくする。



16-排気管  
18-NO<sub>x</sub> 吸収剤

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 流入する排気ガスの空燃比がリーンときには $\text{NO}_x$ を吸収し、流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチのときには吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤を機関排気通路内に配置した内燃機関において、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収された $\text{NO}_x$ 量を推定する $\text{NO}_x$ 量推定手段と、該 $\text{NO}_x$ 量推定手段により推定された $\text{NO}_x$ 量が許容量を越えたときに $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンから理論空燃比又はリッチに一時的に切換えることを許可する空燃比切換許可手段と、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収容量を推定する $\text{NO}_x$ 吸収容量推定手段とを具備し、該 $\text{NO}_x$ 吸収容量推定手段により推定された $\text{NO}_x$ 吸収容量が減少するほど上記許容値を小さくするようにした内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は内燃機関の排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 流入する排気ガスの空燃比がリーンときには $\text{NO}_x$ を吸収し、流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチのときには吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤を機関排気通路内に配置し、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収された $\text{NO}_x$ 量を推定すると共に推定された $\text{NO}_x$ 量が許容量を越えたときに $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンから理論空燃比又はリッチに一時的に切換えて $\text{NO}_x$ 吸収剤から $\text{NO}_x$ を放出させ、次いで $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比を再びリーンに戻すようにした内燃機関が本出願人により既に提案されている（国際出願PCT/JP93/00778号参照）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが燃料および機関の潤滑油内にはイオウが含まれており、このイオウは $\text{SO}_x$ の形で $\text{NO}_x$ と共に $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収される。しかしながらこの $\text{SO}_x$ は $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度が高かつ $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気ガスがリッチにされないと $\text{NO}_x$ 吸収剤から放出されず、従って $\text{NO}_x$ 吸収剤から $\text{NO}_x$ を放出すべく $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比がリッチにされてもこのとき $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度がさほど高くない場合には $\text{NO}_x$ のみが放出されて $\text{SO}_x$ が放出されないことになる。従って $\text{SO}_x$ は $\text{NO}_x$ 吸収剤に徐々に蓄積され、 $\text{SO}_x$ の蓄積量が增大するとそれに伴って $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収容量が減少することになる。

【0004】 ところで $\text{NO}_x$ 吸収剤から $\text{NO}_x$ を放出させるために例えば混合気空燃比をリッチにする場合を考えるとこの場合には吸収されている $\text{NO}_x$ を放出させるのに必要な時間だけ混合気をリッチにさせる必要があ

2

る。従って $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収されている $\text{NO}_x$ 量が少ない場合には混合気をリッチにする時間を短くしなければならないが短くするといっても実際には限度があり、従って吸収されている $\text{NO}_x$ 量が少ないときに混合気をリッチにするとリッチ時間を必要以上に長くしなければならないために燃料消費量が増大してしまう。従って $\text{NO}_x$ 吸収剤からの $\text{NO}_x$ 放出作用は或る程度以上の $\text{NO}_x$ が吸収されているときに行うことが好ましいことになる。前述の内燃機関では $\text{NO}_x$ の放出作用を行うための吸収 $\text{NO}_x$ 量に対する許容値は或る程度以上の $\text{NO}_x$ 量に設定されており、従ってこの点からみると前述の内燃機関は好ましいことになる。

【0005】 しかしながら前述の内燃機関では $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収容量を考慮して許容値が定められていない。従って $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収容量が減少した場合には $\text{NO}_x$ の吸収容量が飽和しても $\text{NO}_x$ の放出作用が行われず、斯くして $\text{NO}_x$ 吸収剤により吸収しえない $\text{NO}_x$ が大気中に放出されるという問題を生ずる。また、 $\text{NO}_x$ 吸収量が許容値を越えたという判定に加えて他の予め定められた条件が全て成立したときに $\text{NO}_x$ を放出すべく混合気空燃比をリッチにするようにした $\text{NO}_x$ 放出システムの場合においても $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収容量を考慮して許容値が定められていない場合には実際には $\text{NO}_x$ 吸収量が飽和しておりかつ他の全ての条件も成立しているにもかかわらず $\text{NO}_x$ 吸収量が許容値を越えていないと判断されるために $\text{NO}_x$ の放出作用が行われず、斯くして $\text{NO}_x$ 吸収剤により吸収しえない $\text{NO}_x$ が大気中に放出されるという問題を生ずる。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記問題点を解決するために本発明によれば、流入する排気ガスの空燃比がリーンときには $\text{NO}_x$ を吸収し、流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比又はリッチのときには吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤を機関排気通路内に配置した内燃機関において、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に吸収された $\text{NO}_x$ 量を推定する $\text{NO}_x$ 量推定手段と、 $\text{NO}_x$ 量推定手段により推定された $\text{NO}_x$ 量が許容量を越えたときに $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気ガスの空燃比をリーンから理論空燃比又はリッチに一時的に切換えることを許可する空燃比切換許可手段と、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収容量を推定する $\text{NO}_x$ 吸収容量推定手段とを具備し、 $\text{NO}_x$ 吸収容量推定手段により推定された $\text{NO}_x$ 吸収容量が減少するほど許容値を小さくするようにしている。

## 【0007】

【作用】  $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収容量が減少するほど許容値が小さくされるので $\text{NO}_x$ 吸収容量にかかわらずに $\text{NO}_x$ 吸収容量が飽和する前に $\text{NO}_x$ を放出するための空燃比の切換許可が出される。

## 【0008】

【実施例】 図1を参照すると、1は機関本体、2はピス

3

トン、3は燃焼室、4は点火栓、5は吸気弁、6は吸気ポート、7は排気弁、8は排気ポートを夫々示す。吸気ポート6は対応する枝管9を介してサージタンク10に連結され、各枝管9には夫々吸気ポート6内に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁11が取付けられる。サージタンク10は吸気ダクト12を介してエアクリーナ13に連結され、吸気ダクト12内にはスロットル弁14が配置される。一方、排気ポート8は排気マニホルド15および排気管16を介してNO<sub>x</sub>吸収剤18を内蔵したケーシング17に接続される。

【0009】電子制御ユニット30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって相互に接続されたROM（リードオンリメモリ）32、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、入力ポート35および出力ポート36を具備する。サージタンク10内にはサージタンク10内の絶対圧に比例した出力電圧を発生する圧力センサ19が配置され、この圧力センサ19の出力電圧はAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。スロットル弁14にはスロットル開度がアイドリング開度になったときにオンとなるスロットルスイッチ20が取付けられ、このスロットルスイッチ20の出力信号は入力ポート35に入力される。排気マニホルド15内には空燃比センサ21が配置され、この空燃比センサ21の出力電圧はAD変換器38を介して入力ポート35に入力される。また、入力ポート35には機関回転数を表す出力パルスを発生する回転数センサ22が接続される。一方、出力ポート36は対応する駆動回路39を介して夫々点火栓4および燃料噴射弁11に接続される。

【0010】図1に示す内燃機関では例えば次式に基いて燃料噴射時間TAUが算出される。

$$TAU = f \cdot TP \cdot K \cdot FAF$$

ここでfは係数、TPは基本燃料噴射時間、Kは補正係数、FAFはフィードバック補正係数を夫々示す。基本燃料噴射時間TPは機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比を理論空燃比とするのに必要な燃料噴射時間を示している。この基本燃料噴射時間TPは予め実験により求められ、サージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として図2に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されている。補正係数Kは機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比を制御するための係数であってK=1.0であれば機関シリンダ内に供給される混合気は理論空燃比となる。これに対してK<1.0になれば機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比は理論空燃比よりも大きくなり、即ちリーンとなり、K>1.0になれば機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比は理論空燃比よりも小さくなる、即ちリッチとなる。

【0011】フィードバック補正係数FAFはK=1.0のとき、即ち機関シリンダ内に供給される混合気の空

4

燃比を理論空燃比とすべきときに空燃比センサ21の出力信号に基いて空燃比を理論空燃比に正確に一致させるための係数である。このフィードバック補正係数FAFはほぼ1.0を中心として上下動しており、このFAFは混合気がリッチになると減少し、混合気がリーンになると増大する。なお、K<1.0又はK>1.0のときにはFAFは1.0に固定される。

【0012】機関シリンダ内に供給すべき混合気の目標空燃比、即ち補正係数Kの値は機関の運転状態に応じて変化せしめられ、本発明による実施例では基本的には図3に示されるようにサージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として予め定められている。即ち、図3に示されるように実線Rよりも低負荷側の低負荷運転領域ではK<1.0、即ち混合気がリーンとされ、実線Rと実線Sの間の高負荷運転領域ではK=1.0、即ち混合気の実線Sよりも高負荷側の全負荷運転領域ではK>1.0、即ち混合気がリッチとされる。

【0013】図4は燃焼室3から排出される排気ガス中の代表的な成分の濃度を概略的に示している。図4からわかるように燃焼室3から排出される排気ガス中の未燃HC、COの濃度は燃焼室3内に供給される混合気の実線Sよりも高負荷側の全負荷運転領域ではK>1.0、即ち混合気がリッチとされる。

【0014】ケーシング17内に収容されているNO<sub>x</sub>吸収剤18は例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少くとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されている。機関吸気通路およびNO<sub>x</sub>吸収剤18上流の排気通路内に供給された空気および燃料（炭化水素）の比をNO<sub>x</sub>吸収剤18への流入排気ガスの空燃比と称するとこのNO<sub>x</sub>吸収剤18は流入排気ガスの空燃比がリーンのときにはNO<sub>x</sub>を吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収したNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>の吸放出作用を行う。なお、NO<sub>x</sub>吸収剤18上流の排気通路内に燃料（炭化水素）或いは空気が供給されない場合には流入排気ガスの空燃比は燃焼室3内に供給される混合気の実線Sに一致し、従ってこの場合にはNO<sub>x</sub>吸収剤18は燃焼室3内に供給される混合気の実線Sよりも高負荷側の全負荷運転領域ではK>1.0、即ち混合気がリッチとされる。

【0015】上述のNO<sub>x</sub>吸収剤18を機関排気通路内に配置すればこのNO<sub>x</sub>吸収剤18は実際にNO<sub>x</sub>の吸放出作用を行うがこの吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかしながらこの吸

5

放出作用は図5に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0016】即ち、流入排気ガスがかなりリーンになると流入排気ガス中の酸素濃度が大幅に増大し、図5(A)に示されるようにこれら酸素 $O_2$ が $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガス中のNOは白金Ptの表面上で $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ と反応し、 $NO_2$ となる( $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ )。次いで生成された $NO_2$ の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら図5(A)に示されるように硝酸イオン $NO_3^-$ の形で吸収剤内に拡散する。このようにして $NO$ が $NO$ 、吸収剤18内に吸収される。

【0017】流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面で $NO_2$ が生成され、吸収剤の $NO$ 、吸収能力が飽和しない限り $NO_2$ が吸収剤内に吸収されて硝酸イオン $NO_3^-$ が生成される。これに対して流入排気ガス中の酸素濃度が低下して $NO_2$ の生成量が低下すると反応が逆方向( $NO_3^- \rightarrow NO_2$ )に進み、斯くして吸収剤内の硝酸イオン $NO_3^-$ が $NO_2$ の形で吸収剤から放出される。即ち、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると $NO$ 、吸収剤18から $NO$ が放出されることになる。図4に示されるように流入排気ガスのリーンの度合が低くなれば流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、従って流入排気ガスのリーンの度合を低くすればたとえ流入排気ガスの空燃比がリーンであっても $NO$ 、吸収剤18から $NO$ が放出されることになる。

【0018】一方、このとき燃焼室3内に供給される混合気がリッチにされて流入排気ガスの空燃比がリッチになると図4に示されるように機関からは多量の未燃HC、COが排出され、これら未燃HC、COは白金Pt上の酸素 $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ と反応して酸化せしめられる。また、流入排気ガスの空燃比がリッチになると流入排気ガス中の酸素濃度が極度に低下するために吸収剤から $NO_2$ が放出され、この $NO_2$ は図5(B)に示されるように未燃HC、COと反応して還元せしめられる。このようにして白金Ptの表面上に $NO_2$ が存在しなくなると吸収剤から次から次へと $NO_2$ が放出される。従って流入排気ガスの空燃比をリッチにすると短時間のうちに $NO$ 、吸収剤18から $NO$ が放出されることになる。

【0019】即ち、流入排気ガスの空燃比をリッチにするとまず始めに未燃HC、COが白金Pt上の $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ とただちに反応して酸化せしめられ、次いで白金Pt上の $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ が消費されてもまだ未燃HC、COが残っていればこの未燃HC、COによって吸収剤から放出された $NO$ 、および機関から放出された $NO$ が還元せしめられる。従って流入排気ガスの空燃比をリ

6

ッチにすれば短時間のうちに $NO$ 、吸収剤18に吸収されている $NO$ が放出され、しかもこの放出された $NO$ が還元されるために大気中に $NO$ が排出されるのを阻止することができることになる。また、 $NO$ 、吸収剤18は還元触媒の機能を有しているので流入排気ガスの空燃比を理論空燃比にしても $NO$ 、吸収剤18から放出された $NO$ が還元せしめられる。しかしながら流入排気ガスの空燃比を理論空燃比にした場合には $NO$ 、吸収剤18から $NO$ が徐々にしか放出されないために $NO$ 、吸収剤18に吸収されている全 $NO$ を放出させるには若干長い時間を要する。

【0020】上述したようにリーン混合気が燃焼せしめられると $NO$ が $NO$ 、吸収剤18に吸収される。しかしながら $NO$ 、吸収剤18の $NO$ 、吸収能力には限度があり、 $NO$ 、吸収剤18の $NO$ 、吸収能力が飽和すれば $NO$ 、吸収剤18はもはや $NO$ を吸収しえなくなる。従って $NO$ 、吸収剤18の $NO$ 、吸収能力が飽和する前に $NO$ 、吸収剤18から $NO$ を放出させる必要があり、そのためには $NO$ 、吸収剤18にどの程度の $NO$ が吸収されているかを推定する必要がある。次にこの $NO$ 、吸収量の推定方法について説明する。

【0021】リーン混合気が燃焼せしめられているときには機関負荷が高くなるほど単位時間当り機関から排出される $NO$ 、量が増大するために単位時間当り $NO$ 、吸収剤18に吸収される $NO$ 、量が増大し、また機関回転数が高くなるほど単位時間当り機関から排出される $NO$ 、量が増大するために単位時間当り $NO$ 、吸収剤18に吸収される $NO$ 、量が増大する。従って単位時間当り $NO$ 、吸収剤18に吸収される $NO$ 、量は機関負荷と機関回転数の関数となる。この場合、機関負荷はサージタンク10内の絶対圧でもって代表することができるので単位時間当り $NO$ 、吸収剤18に吸収される $NO$ 、量はサージタンク10内の絶対圧PMと機関回転数Nの関数となる。従って本発明による実施例では単位時間当り $NO$ 、吸収剤18に吸収される $NO$ 、量NOXAを絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として予め実験により求め、この $NO$ 、量NOXAがPMおよびNの関数として図6(A)に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0022】一方、機関シリンダ内に供給される混合気空燃比が理論空燃比又はリッチになると $NO$ 、吸収剤18から $NO$ が放出されるがこのときの $NO$ 、放出量は主に排気ガス量と空燃比の影響を受ける。即ち、排気ガス量が増大するほど単位時間当り $NO$ 、吸収剤18から放出される $NO$ 、量が増大し、空燃比がリッチとなるほど単位時間当り $NO$ 、吸収剤18から放出される $NO$ 、量が増大する。この場合、排気ガス量、即ち吸入空気量は機関回転数Nとサージタンク10内の絶対圧PMとの積でもって代表することができ、従って図6(B)に示されるように単位時間当り $NO$ 、吸収剤18から放出

7

されるNO<sub>x</sub>量NOXDはN・PMが大きくなるほど増大する。また、空燃比は補正係数Kの値に対応しているので図6(C)に示されるように単位時間当りNO<sub>x</sub>吸収剤18から放出されるNO<sub>x</sub>量NOXDはKの値が大きくなるほど増大する。この単位時間当りNO<sub>x</sub>吸収剤18から放出されるNO<sub>x</sub>量NOXDはN・PMとKの関数として図7(A)に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0023】また、NO<sub>x</sub>吸収剤18の温度が高くなると吸収剤内の硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が分解しやすくなるのでNO<sub>x</sub>吸収剤18からのNO<sub>x</sub>放出率が増大する。この場合、NO<sub>x</sub>吸収剤18の温度はほぼ排気ガスに比例するので図7(B)に示されるようにNO<sub>x</sub>放出率Kfは排気ガス温Tが高くなるほど大きくなる。従ってNO<sub>x</sub>放出率Kfを考慮に入れた場合には単位時間当りNO<sub>x</sub>吸収剤18から放出されるNO<sub>x</sub>量は図7(A)に示されるNOXDとNO<sub>x</sub>放出率Kfとの積で表わされることになる。なお、本発明による実施例では排気ガス温Tはサージタンク10内の絶対圧PMおよび機関回転数Nの関数として図7(C)に示すマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0024】上述したようにリーン混合気が燃焼せしめられたときには単位時間当りのNO<sub>x</sub>吸収量がNOXAで表わされ、理論空燃比の混合気又はリッチ混合気が燃焼せしめられたときには単位時間当りのNO<sub>x</sub>放出量はKf・NOXDで表わされるのでNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されていると推定されるNO<sub>x</sub>量ΣNOXは次式で表わされることになる。

【0025】

$$\Sigma \text{NOX} = \Sigma \text{NOX} + \text{NOXA} - Kf \cdot \text{NOXD}$$

前述したように本発明による実施例では基本的には図3において実線R、Sにより区別される補正係数Kの値に従って空燃比が制御される。従って図3の実線Rよりも低負荷側の領域ではリーン混合気(K<1.0)が燃焼せしめられるのでNO<sub>x</sub>がNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収され、図3の実線Rよりも高負荷側の領域では理論空燃比の混合気(K=1.0)又はリッチ混合気(K>1.0)が燃焼せしめられるのでNO<sub>x</sub>吸収剤18からNO<sub>x</sub>が放出されることになる。従って図3の実線Rを境にして低負荷運転と高負荷運転が交互に繰返されるとNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力は飽和しないことになるが実際には低負荷運転される機会が多く、従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力は飽和してしまうことになる。従ってこの場合にはNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が飽和する前にNO<sub>x</sub>吸収剤18からNO<sub>x</sub>を放出させることが必要となる。

【0026】ところが排気ガス中にはSO<sub>2</sub>が含まれており、NO<sub>x</sub>吸収剤18にはNO<sub>x</sub>ばかりでなくSO<sub>2</sub>も吸収される。このNO<sub>x</sub>吸収剤18へのSO<sub>2</sub>の吸収メカニズムはNO<sub>x</sub>の吸収メカニズムと同じであると考

8

えられる。即ち、NO<sub>x</sub>の吸収メカニズムを説明したときと同様に担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明すると、前述したように流入排気ガスの空燃比がリーンのときには酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>の形で白金Ptの表面に付着しており、流入排気ガス中のSO<sub>2</sub>は白金Ptの表面でO<sub>2</sub><sup>-</sup>と反応してSO<sub>3</sub>となる。ついで生成されたSO<sub>3</sub>は白金Pt上で更に酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の形で吸収剤内に拡散する。次いでこの硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>はバリウムイオンBa<sup>2+</sup>と結合して硫酸塩BaSO<sub>4</sub>を生成する。吸収剤内におけるこの硫酸塩BaSO<sub>4</sub>の量が増大するとNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が低下する。従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が飽和する前にNO<sub>x</sub>吸収剤18からNO<sub>x</sub>を放出させるためにはNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力を推定する必要がある。

【0027】ところで機関から単位時間当り排出される排気ガス中に含まれるSO<sub>2</sub>量は燃料噴射量TAUが増大すればそれに伴って増大し、機関回転数Nが高くなればそれに伴って増大する。従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18に単位時間当り吸収される吸収SO<sub>2</sub>量SOXAは次式で表わされることになる。

$$\text{SOXA} = k_1 \cdot \text{TAU} \cdot N \quad (k_1 \text{ は定数})$$

一方、NO<sub>x</sub>吸収剤18の温度がNO<sub>x</sub>吸収剤18により定まる一定温度T<sub>0</sub>、例えば500℃よりも高くなると硫酸塩BaSO<sub>4</sub>が分解し、このときNO<sub>x</sub>吸収剤18に流入する排気ガスの空燃比がリッチになるとNO<sub>x</sub>吸収剤18からSO<sub>2</sub>が放出される。この場合、排気ガスの空燃比のリッチの度合を一定としたときのSO<sub>2</sub>放出率f(T)は図8(A)に示されるようにNO<sub>x</sub>吸収剤18の温度Tが高くなるほど高くなり、またNO<sub>x</sub>吸収剤18の温度を一定としたときのSO<sub>2</sub>放出率f(K)は補正係数Kが大きくなるほど、即ち排気ガスの空燃比がリッチになるほど高くなる。従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18から単位時間当り放出されるSO<sub>2</sub>放出量SOXDは次式で表わされることになる。

$$\text{SOXD} = k_2 \cdot f(T) \cdot f(K)$$

従ってNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されていると推定されるSO<sub>2</sub>量ΣSOXは次式で表わされることになる。

$$\Sigma \text{SOX} = \Sigma \text{SOX} + \text{SOXA} - \text{SOXD}$$

ところで本発明による実施例ではNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が飽和する以前においてNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力が許容値MAXを超えたときにNO<sub>x</sub>の放出作用が行われる。NO<sub>x</sub>吸収剤18にSO<sub>2</sub>が全く吸収されていないときのNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力をMAX<sub>0</sub>とするとSO<sub>2</sub>量ΣSOXのSO<sub>2</sub>が吸収されたときのNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力は(MAX<sub>0</sub> - ΣSOX)となる。本発明による実施例ではNO<sub>x</sub>吸収剤18のNO<sub>x</sub>吸収能力がNO<sub>x</sub>吸収能力(MAX<sub>0</sub> - ΣSOX)よりも一定値αだけ低いNO<sub>x</sub>



吸収能力のときを許容量MAXであると定めてあり、従って許容量MAXは次式で表わされることになる。

$$[0029] \text{ MAX} = \text{MAX}_0 - \Sigma \text{SOX} - \alpha$$

図9はこの許容量MAXの変化とNO<sub>x</sub>放出作用との関係を示している。図9に示されるようにリーン混合気(K<1.0)が燃焼せしめられているときにはNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されていると推定されるNO<sub>x</sub>量ΣNOXおよびSO<sub>x</sub>量ΣSOXは共に上昇し、SO<sub>x</sub>量ΣSOXが上昇するにつれて許容量MAXが減少せしめられる。NO<sub>x</sub>量ΣNOXが許容量MAXを越えると混合気は一時的にリッチ(K>1.0)にされ、このときNO<sub>x</sub>の放出作用が行われるためにNO<sub>x</sub>量ΣNOXは急激に低下する。一方このときNO<sub>x</sub>吸収剤18の温度T、即ち排気ガスの温度Tはさほど上昇しないので(T<T<sub>0</sub>)SOXの放出作用は行われない。次いで例えば機関全負荷運転(K>1.0)が行われてNO<sub>x</sub>吸収剤18の温度T、即ち排気ガス温Tが上昇すると(T>T<sub>0</sub>)NO<sub>x</sub>の放出作用と共にSO<sub>x</sub>の放出作用が行われ、斯くしてSO<sub>x</sub>量ΣSOXが急激に低下する。

[0030] 図10から図12は空燃比を制御するためのルーチンを示しており、このルーチンは一定時間毎の割込みによって実行される。図10から図12を参照するとまず初めにステップ100において図2に示すマップから基本燃料噴射時間TPが算出される。次いでステップ101ではNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されていると推定されるNO<sub>x</sub>量ΣNOXが許容量MAXよりも大きくなったか否かが判別される。ΣNOX≤MAXのときはステップ103に進んでNO<sub>x</sub>を放出すべきことを示すNO<sub>x</sub>放出フラグがセットされているか否かが判別される。NO<sub>x</sub>放出フラグがセットされていないときにはステップ104に進んで図3に示す関係から補正係数Kが算出される。

[0031] 次いでステップ105では補正係数Kが1.0よりも小さいか否かが判別される。K<1.0のとき、即ちリーン混合気を燃焼すべき運転状態のときにはステップ106に進んで図6(A)に示すマップから単位時間当りのNO<sub>x</sub>吸収量NOXAが算出される。次いでステップ107ではNO<sub>x</sub>放出量NOXDが零とされ、次いでステップ108においてフィードバック補正係数FAFが1.0に固定される。次いでステップ117において次式に基き燃料噴射時間TAUが算出される。

$$[0032] \text{ TAU} = f \cdot \text{TP} \cdot K \cdot \text{FAF}$$

一方、ステップ105においてK≥1.0であると判別されたときにはステップ112に進んで図7(A)に示すマップから単位時間当りのNO<sub>x</sub>放出量NOXDが算出される。次いでステップ113では図7(B)に示す関係と図7(C)に示すマップからNO<sub>x</sub>放出率Kfが算出され、次いでステップ114では単位時間当りのNO<sub>x</sub>吸収量NOXAが零とされる。次いでステップ11

5では補正係数Kが1.0よりも大きいかが判別される。K>1.0のとき、即ちリッチ混合気を燃焼すべき運転状態のときにはステップ108を経てステップ117に進む。

[0033] これに対してK=1.0のとき、即ち理論空燃比の混合気を燃焼すべきときにはステップ116に進んで空燃比センサ21の出力信号に基きフィードバック補正係数FAFが算出され、次いでステップ117に進む。ステップ116では空燃比センサ21によって空燃比がリッチになったことが検出されるとFAFは減少せしめられ、空燃比がリーンになったことが検出されるとFAFは増大せしめられるので空燃比は理論空燃比に維持されることになる。

[0034] ステップ117に続くステップ118では次式に基いてNO<sub>x</sub>吸収剤18に吸収されているNO<sub>x</sub>量ΣNOXが算出される。

$$\Sigma \text{NOX} = \Sigma \text{NOX} + \text{NOXA} - Kf \cdot \text{NOXD}$$

次いでステップ119ではNO<sub>x</sub>量ΣNOXが負になったか否かが判別され、ΣNOX<0になったときにはステップ120に進んでΣNOXが零とされ、次いでステップ121に進む。ステップ121では補正係数Kが1.0よりも大きいかが判別される。K>1.0のとき、即ちリッチ混合気を燃焼すべきときにはステップ122に進んで図7(C)に示すマップから求められた排気ガス温Tが一定値T<sub>0</sub>(図8(A))よりも高いか否かが判別される。T>T<sub>0</sub>のときにはステップ123に進んで図8(A)に示す関係からf(T)が算出され、次いでステップ124に進んで図8(B)に示す関係からf(K)が算出される。次いでステップ125では単位時間当りのSO<sub>x</sub>放出量SOXD(=k<sub>2</sub>·f(T)·f(K))が算出され、次いでステップ126ではSO<sub>x</sub>放出量SOXAが零とされる。次いでステップ129に進む。

[0035] 一方、ステップ121においてK≤1.0と判断されたとき、又はステップ122においてT≤T<sub>0</sub>と判断されたときにはステップ127に進んで単位時間当り吸収されるSO<sub>x</sub>吸収量SOXA(=k<sub>1</sub>·TAU·N)が算出される。次いでステップ128においてSO<sub>x</sub>放出量SOXDが零とされ、次いでステップ129に進む。ステップ129では次式に基いてSO<sub>x</sub>量ΣSOXが算出される。

$$[0036]$$

$$\Sigma \text{SOX} = \Sigma \text{SOX} + \text{SOXA} - \text{SOXD}$$

次いでステップ130ではSO<sub>x</sub>量ΣSOXが負になったか否かが判別され、ΣSOX<0になったときにはステップ131においてΣSOXを零にした後ステップ132に進む。ステップ132では次式に基いて許容量MAXが算出される。

$$[0037] \text{ MAX} = \text{MAX}_0 - \Sigma \text{SOX} - \alpha$$

一方、ステップ101においてΣNOX>MAXである



11

と判別されたときにはステップ102に進んでNO<sub>x</sub>放出フラグがセットされる。次いでステップ103からステップ109に進んで補正係数Kが一定値KKとされる。この一定値KKは混合気の空燃比が1.1から1.3程度のリッチ混合気となる1.1から1.3程度の値である。次いでステップ110ではNO<sub>x</sub>量ΣNO<sub>x</sub>が零又は負になったか否かが判別される。ΣNO<sub>x</sub>>0のときにはステップ112にジャンプする。これに対してΣNO<sub>x</sub>≤0になるとステップ111に進んでNO<sub>x</sub>放出フラグがリセットされ、次いでステップ112に進む。従ってΣNO<sub>x</sub>>MAXになるとΣNO<sub>x</sub>≤0となるまで混合気がリッチ(K=KK)とされる。

【0038】なお、これまで述べた実施例ではΣNO<sub>x</sub>>MAXとなったただちにNO<sub>x</sub>の放出作用を行うようにしているがΣNO<sub>x</sub>>MAXとなりかつ他の予め定められた条件が全て成立したときにNO<sub>x</sub>放出のための空燃比の切換許可を出すようにしてもよい。

【0039】

【発明の効果】NO<sub>x</sub>吸収剤のNO<sub>x</sub>吸収能力が低下した場合であってもNO<sub>x</sub>吸収剤が飽和する前にNO<sub>x</sub>吸

12

収剤からNO<sub>x</sub>を放出するための空燃比の切換許可を出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】内燃機関の全体図である。

【図2】基本燃料噴射時間のマップを示す図である。

【図3】補正係数Kを示す図である。

【図4】機関から排出される排気ガス中の未燃HC、COおよび酸素の濃度を概略的に示す線図である。

【図5】NO<sub>x</sub>の吸放出作用を説明するための図である。

【図6】NO<sub>x</sub>吸収量NO<sub>x</sub>A等を示す図である。

【図7】NO<sub>x</sub>吸収量NO<sub>x</sub>D等を示す図である。

【図8】SO<sub>x</sub>放出率を示す図である。

【図9】空燃比制御のタイムチャートである。

【図10】空燃比制御を示すフローチャートである。

【図11】空燃比制御を示すフローチャートである。

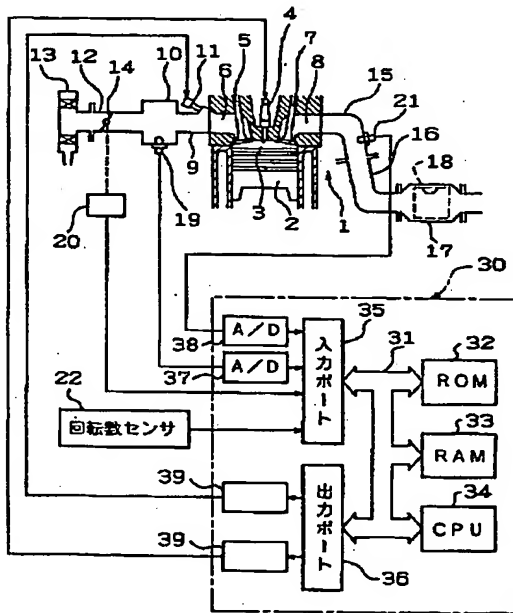
【図12】空燃比制御を示すフローチャートである。

【符号の説明】

16…排気管

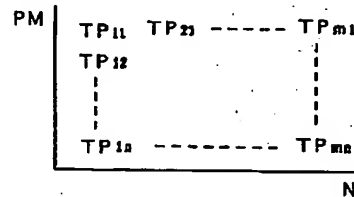
18…NO<sub>x</sub>吸収剤

【図1】

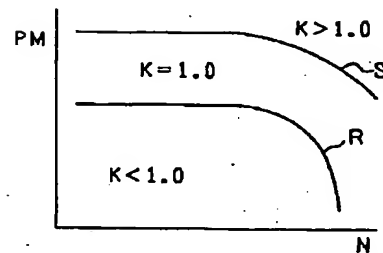


16…排気管  
18…NO<sub>x</sub>吸収剤

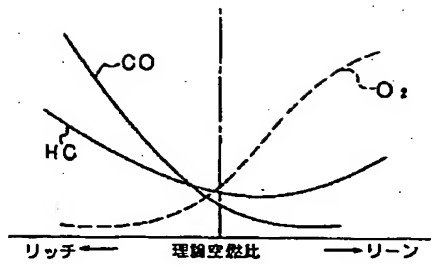
【図2】



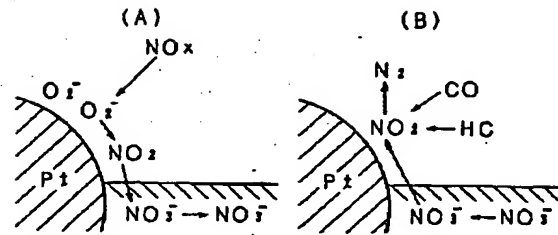
【図3】



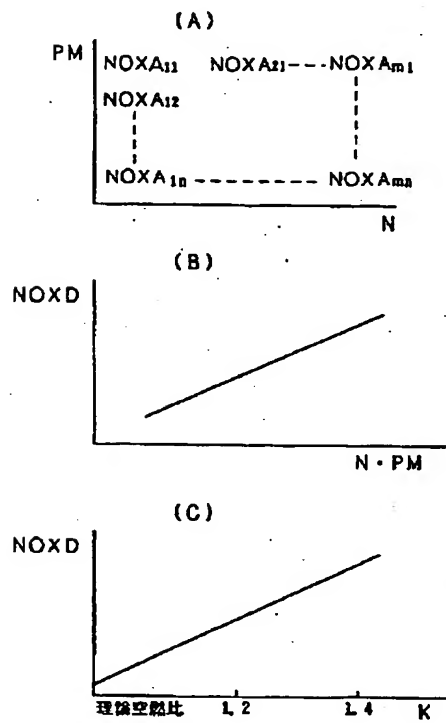
【図4】



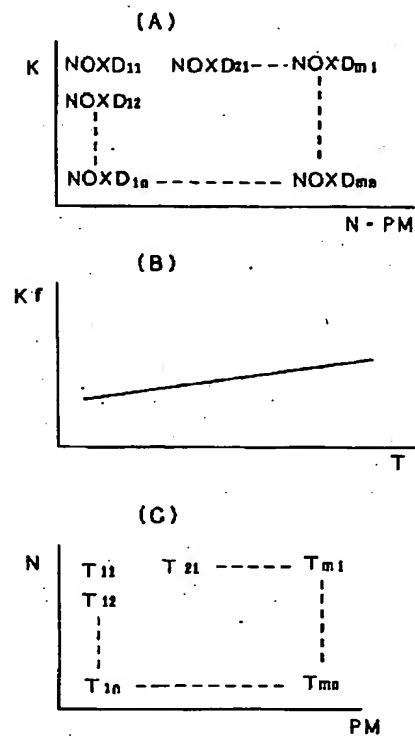
【図5】



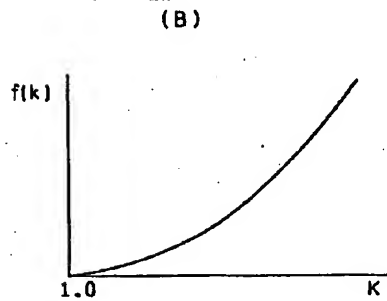
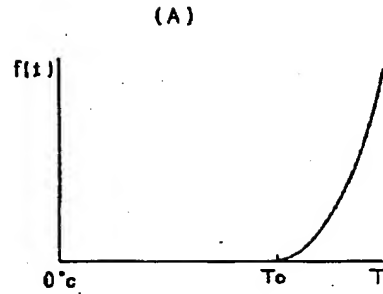
【図6】



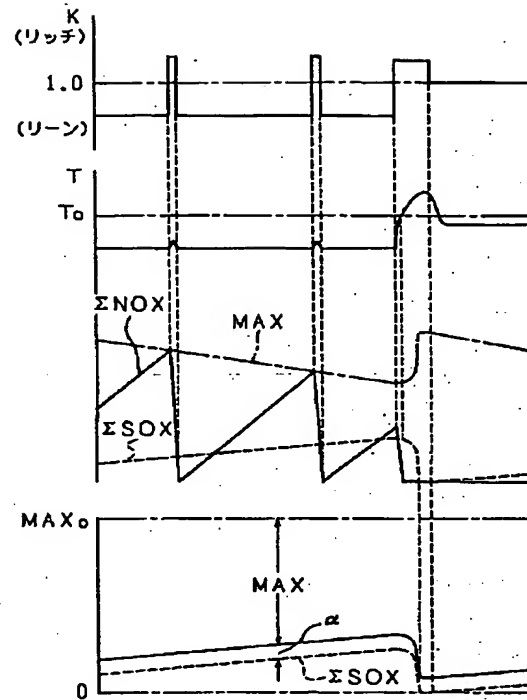
【図7】



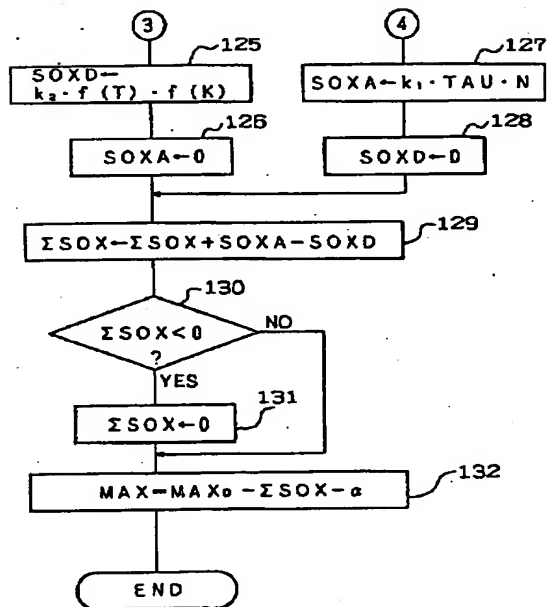
【図8】



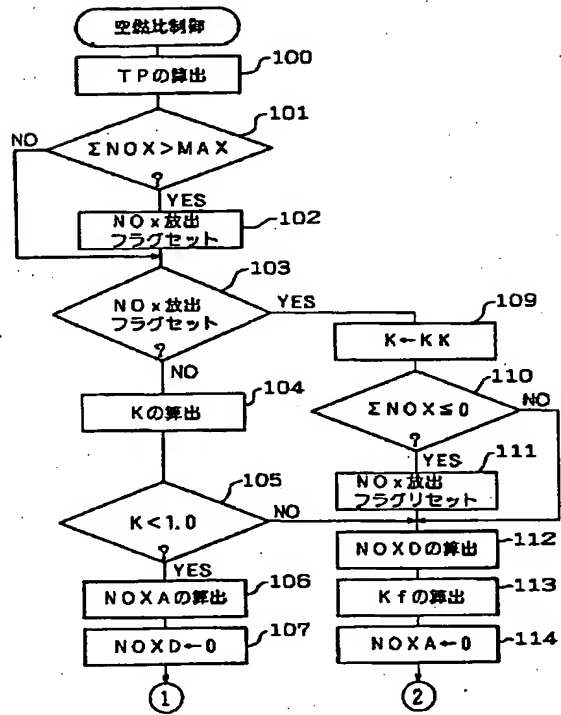
【図9】



【図12】



【図10】



【図11】

